

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局(43) 国際公開日
2005 年 7 月 21 日 (21.07.2005)

PCT

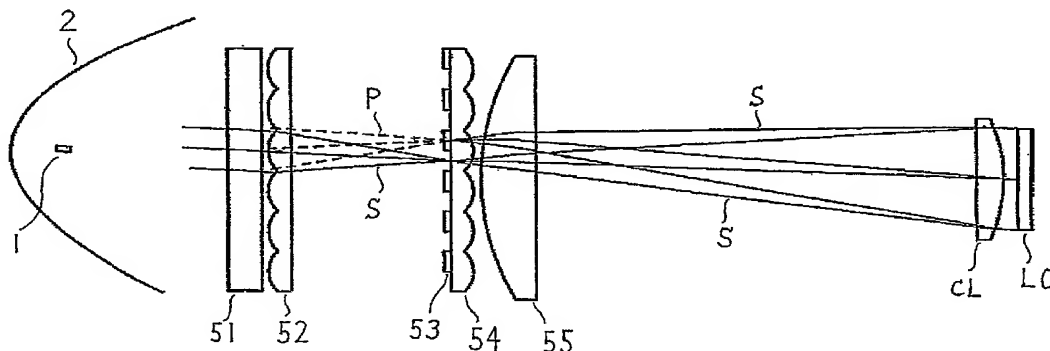
(10) 国際公開番号
WO 2005/066710 A1

- (51) 国際特許分類⁷: G03B 21/14, (72) 発明者; および
G02B 5/30, 27/28, G02F 1/13 (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 後 利彦 (USHIRO, Toshihiko) [JP/JP]; 〒6640016 兵庫県伊丹市昆陽北一丁目 1 番 1 号 住友電気工業株式会社 伊丹製作所内 Hyogo (JP). 大久保 総一郎 (OKUBO, Soichiro) [JP/JP]; 〒5540024 大阪府大阪市此花区島屋一丁目 1 番 3 号 住友電気工業株式会社 大阪製作所内 Osaka (JP). 松浦 尚 (MATSUURA, Takashi) [JP/JP]; 〒6640016 兵庫県伊丹市昆陽北一丁目 1 番 1 号 住友電気工業株式会社 伊丹製作所内 Hyogo (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2005/000426
- (22) 国際出願日: 2005 年 1 月 7 日 (07.01.2005)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ: (74) 代理人: 中野 稔, 外 (NAKANO, Minoru et al.); 〒5540024 大阪府大阪市此花区島屋一丁目 1 番 3 号 住友電気工業株式会社内 Osaka (JP).
特願 2004-002696 2004 年 1 月 8 日 (08.01.2004) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 住友電気工業株式会社 (SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES, LTD.) [JP/JP]; 〒5410041 大阪府大阪市中央区北浜四丁目 5 番 33 号 Osaka (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU,

[続葉有]

(54) Title: POLARIZATION INTEGRATOR

(54) 発明の名称: 偏光インテグレータ



(57) Abstract: A polarization integrator comprising a polarization beam splitter (PBS)(51) for separating a light from a light source (1) into P-polarization and S-polarization, a first micro-lens (52), a 1/2 wavelength plate (53), and a second micro-lens (54), wherein the first micro-lens is disposed so as to condense P-polarization and S-polarization separated by the PBS to mutually different positions, the 1/2 wavelength plate is disposed at a position where the P-polarization is condensed to act to convert P-polarization into S-polarization, the second micro-lens acts to integrate S-polarization after passed through the 1/2 wavelength plate and polarization-converted with S-polarization not passed through the 1/2 wavelength plate, and at least one of the PBS, first micro-lens, 1/2 wavelength plate and second micro-lens is formed by using a DLC film.

(57) 要約: 偏光インテグレータは、光源 1 からの光を P 偏光と S 偏光とに分離する偏光ビームスプリッタ (PBS) 51 と、第 1 のマイクロレンズ 52 と、1/2 波長板 53 と、第 2 のマイクロレンズ 54 とを含み、第 1 マイクロレンズは PBS によって分離された P 偏光と S 偏光を互いに異なる位置に集光するように配置されており、1/2 波長板は P 偏光が集光される位置に配置されていて P 偏光を S 偏光に変換するように作用し、第 2 マイクロレンズは 1/2 波長板を通過して偏光変換された後の S 偏光と 1/2 波長板を通過しなかった S 偏光とを統合するように作用し、PBS、第 1 マイクロレンズ、1/2 波長板、および第 2 マイクロレンズの少なくとも一つが DLC 膜を利用して形成されている。



WO 2005/066710 A1



ID, IL, IN, IS, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR),
OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML,
MR, NE, SN, TD, TG).

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU,

添付公開書類:

— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

明細書

偏光インテグレータ

技術分野

- 5 本発明は、無偏光光をP偏光とS偏光に分離しかつ一方の偏光を他方の偏光に変換して統合する偏光インテグレータの改善に関する。このような偏光インテグレータは、例えば液晶プロジェクタにおいて好ましく用いられ得るものである。

背景技術

- 10 図7は、従来の液晶プロジェクタの一例を模式的なブロック図で図解している。この液晶プロジェクタは光源1を含んでおり、その光源1は光の利用効率を高めるためにドーム状またはパラボラ状の反射ミラー2内に配置されている。光源1から放射された光は、コリメータレンズ3によって平行光にされて、第1の全反射ミラーM1によって第1のダイクロイックミラーDM1に向けられる。第1ダイクロイックミラーDM1は、青色光Bのみを透過して他の色の光を反射する。第1ダイクロイックミラーDM1を透過した青色光Bは、第2の全反射ミラーM2と第1の集光レンズCL1を介して、第1の液晶パネルLC1上に集光される。

- 20 第1ダイクロイックミラーDM1によって反射された光は、第2のダイクロイックミラーDM2に向けられる。第2ダイクロイックミラーDM2は、緑色光Gのみを反射して残りの赤色光Rを透過させる。第2ダイクロイックミラーDM2によって反射された緑色光Gは、第2の集光レンズCL2によって第2の液晶パネルLC2上に集光される。第2ダイクロイックミラーを透過した赤色Rは、第3の全反射ミラーM3、第4の全反射ミラーM4、および第3の集光レンズCL3を介して、第3の液晶パネルLC3上に集光される。

25 第1液晶パネルLC1、第2液晶パネルLC2、および第3液晶パネルLC3に向けて集光された青色光B、緑色光G、および赤色光Rは、それぞれに対応する液晶パネルを透過した後にプリズム4によって統合される。そして、プリズム4によって統合された3原色光は、投射レンズ5によってスクリーン（図示せ

ず) 上に投影される。

周知のように、液晶パネルはマトリックス状に配置された多数の画素を含んでおり、画素ごとに電気信号を与えることによって光の透過と遮断を制御することができる。そして、光の透過と遮断を可能にするために、液晶層は2枚の偏光板に挟まれている。すなわち、液晶パネルが受け入れる光は、所定の直線方向に平行に偏光された光だけである。しかし、液晶プロジェクタにおいて通常用いられる光源から放射される光は無偏光光（またはランダム偏光光）である。したがって、光源から放射された光が液晶パネルを透過して投影光として利用され得る光の利用効率は、その光源光の1/2以下である。そこで、液晶プロジェクタにおいて、無偏光の光源光に起因する低い光の利用効率を改善するために、近年では偏光インテグレータが利用されている。

図8は、偏光インテグレータの基本的原理を図解する模式的断面図である（西田信夫編、「大画面ディスプレイ」、共立出版、2002年刊行参照）。この偏光インテグレータにおいて、ドーム状反射ミラー2に覆われた光源1から放射された光は、コリメータレンズ（図示せず）によって平行光にされて、偏光分離プリズム11に照射される。このプリズム11は、PBS（偏光ビームスプリッタ）膜12を含んでいる。すなわち、PBS膜12は、光源光のうちでP偏光を透過してS偏光を反射するように作用する。そのようなPBS膜は、誘電多層膜で形成することができる。

PBS膜12を透過したP偏光は、1/2波長板13によって偏光方向が回転させられ、S偏光に変換される。他方、PBS膜12によって反射されたS偏光は、全反射ミラー14によって反射されて、1/2波長板13を通過したS偏光と平行にされる。そして、全反射ミラー14で反射されたS偏光と1/2波長板13を通過した後のS偏光とがレンズ（図示せず）で統合され、その統合されたS偏光が液晶パネル上に照射される。

なお、図8の例ではPBS膜12を透過したP偏光に対して1/2波長板13が適用されているが、逆にPBS膜12で反射されたS偏光に対して1/2波長板13を適用してもよいことが理解されよう。その場合には、光源光束がP偏光束とS偏光束に分離されて、そのS偏光束がP偏光束に変換された後に、それら

2つのP偏光束が統合されて液晶パネル上に照射されることになる。

発明の開示

図8に示されているような偏光インテグレータは、偏光分離プリズム11を含
5 んでいる。そのようなプリズムは、液晶プロジェクタの小型化にとって好ましく
ない。また、プリズムをガラスで作製する場合には、その重量が比較的重くなる
し、その加工が容易ではない。他方、プリズムを樹脂で作製することも行われて
いるが、プロジェクタの高輝度化に伴って、樹脂の耐熱性が問題になるであろ
う。さらに、PBS膜12は誘電多層膜による数十層もの偏光分離コーティング
10 が必要なことから、高コストになるという問題がある。

このような従来の偏光インテグレータにおける課題に鑑みて、本発明は、軽量
化と小型化が可能でかつ耐熱性に優れた偏光インテグレータを簡便にかつ低コスト
で提供することを目的としている。

本発明による偏光インテグレータは、光源からの光をP偏光とS偏光とに分離
15 するための偏光ビームスプリッタと、第1のマイクロレンズと、1/2波長板
と、第2のマイクロレンズとを含み、第1マイクロレンズは偏光ビームスプリッ
タによって分離されたP偏光とS偏光を互いに異なる位置に集光するように配置
されており、1/2波長板はP偏光またはS偏光が集光される位置に配置されて
いてP偏光またはS偏光をS偏光またはP偏光に変換するように作用し、第2マ
20 イクロレンズは1/2波長板を通過して偏光変換された後のS偏光またはP偏光
と1/2波長板を通過しなかったS偏光またはP偏光とを統合するように作用
し、偏光ビームスプリッタ、第1マイクロレンズ、1/2波長板、および第2マ
イクロレンズの少なくとも一つがDLC (diamond-like carbon: ダイヤモンド
状カーボン) 膜を利用して形成されていることを特徴としている。

25 なお、偏光ビームスプリッタと1/2波長板の少なくとも一方はDLC膜中に
形成された屈折率変調型回折格子で形成され得る。また、第1マイクロレンズと
第2マイクロレンズの少なくとも一方はDLC膜中に形成された屈折型レンズと
屈折率変調型の回折型レンズとのいずれかであり得る。さらに、偏光ビームスプ
リッタ、第1マイクロレンズ、1/2波長板、および第2マイクロレンズの組の

複数が、光源からの光束の断面内で周期的に配列され得る。そして、そのような偏光インテグレータは、液晶プロジェクタにおいて好ましく用いられ得る。

図面の簡単な説明

5 図 1 は、本発明による偏光インテグレータの一例を模式的に図解する断面図である。

図 2 は、図 1 の偏光インテグレータに含まれる屈折型マイクロレンズアレイを DLC 膜を利用して作製する方法を模式的に図解する断面図である。

10 図 3 は、図 2 の屈折型マイクロレンズの作製方法に利用し得る刻印型の形成方法を模式的に図解する断面図である。

図 4 は、図 1 の偏光インテグレータに含まれる DLC 膜の回折型マイクロレンズを模式的に図解する断面図である。

図 5 は、図 4 の回折型マイクロレンズの作製方法を模式的に図解する断面図である。

15 図 6 は、図 1 の偏光インテグレータに含まれる DLC 膜の偏光ビームスプリッタを模式的に図解する断面図である。

図 7 は、従来の液晶プロジェクタを図解する模式的断面図である。

図 8 は、従来の偏光インテグレータの基本原理を模式的に図解する断面図である。

20

発明を実施するための最良の形態

まず、本願発明をなすに際して、本発明者らは、透光性 DLC (diamond-like carbon: ダイヤモンド状カーボン) 膜にエネルギービームを照射することによってその屈折率を高めることができることを確認している。そのような DLC 膜は、シリコン基板、ガラス基板、その他の種々の基体上にプラズマ CVD (化学気相堆積) によって形成することができる。そのようなプラズマ CVD によって得られる透光性 DLC 膜は、通常は 1.55 程度の屈折率を有している。

25

DLC 膜の屈折率を高めるためのエネルギービームとしては、イオンビーム、電子ビーム、シンクロトロン放射 (SR) 光、紫外 (UV) 光などを用いることが

できる。これらのエネルギービーム照射の中でもH_eイオン照射によって、DLC膜の最大の屈折率変化量を $\Delta n = 0.65$ 程度まで高め得ることを現状において確認できている。また、SR光照射によっても、DLC膜の最大の屈折率変化量を $\Delta n = 0.50$ 程度まで現状において高めることができる。さらに、UV光照射によっても、DLC膜の最大の屈折率変化量を $\Delta n = 0.20$ 程度まで現状において高めることができる。これらの、DLC膜のエネルギービーム照射による屈折率変化量は、従来のガラスのイオン交換による屈折率変化量（最大でも $\Delta n = 0.17$ ）または石英系ガラスのUV光照射による屈折率変化量（ $\Delta n = 0.01$ 以下程度）に比べて顕著に大きいことが分かる。

10 図1は、本発明による実施形態の一例としての偏光インテグレータを模式的な断面図で図解している。この偏光インテグレータにおいて、光源1はドーム状またはパラボラ状の反射ミラー2内に配置されている。光源1から放射された光はコリメータレンズ（図せず）によって平行光にされ、偏光ビームスプリッタ51に照射される。すなわち、偏光ビームスプリッタ51は、光源光をP偏光とS偏光に分離する。第1のマイクロレンズ52は、P偏光束を1/2波長板53上に集光するとともに、S偏光束を1/2波長板53の配置されていない領域に集光する。

1/2波長板53は、P偏光をS偏光に変換する。1/2波長板53を透過した後のS偏光束と1/2波長板53が配置されていない領域を通過したS偏光束とは、第2のマイクロレンズ54とレンズ55の作用によって統合されて、集光レンズCLによって液晶パネルLC上に照射される。もちろん、その液晶パネルLCに含まれる偏光板は、S偏光を受け入れるように設定されている。

25 なお、図1の例ではP偏光に対して1/2波長板53が適用されているが、逆にS偏光に対して1/2波長板53を適用してもよいことが理解されよう。すなわち、その場合には、光源光束が偏光ビームスプリッタ51によってP偏光束とS偏光束に分離されて、そのS偏光束が1/2波長板53でP偏光束に変換された後に、それら2つのP偏光束が統合されて液晶パネルLC上に照射されることになる。もちろん、その液晶パネルLCに含まれる偏光板は、P偏光を受け入れるように設定される。

以上のように、無偏光の光源光を偏光インテグレータによってS偏光またはP偏光のいずれか一方に統合することによって、液晶プロジェクタにおける光源光の利用効率を改善することができる。

ここで、本発明においては、偏光インテグレータに含まれる偏光ビームスプリッタ、第1マイクロレンズ、1/2波長板、および第2マイクロレンズの少なくとも一つがDLC膜を利用して形成される。もちろん、DLC膜は薄いものであり、軽くかつ優れた耐熱性を有している。したがって、偏光ビームスプリッタ、第1マイクロレンズ、1/2波長板、および第2マイクロレンズの少なくとも一つがDLC膜を利用して作製可能になれば、偏光インテグレータの小型化、軽量化、および低コスト化が可能になり、ひいては液晶プロジェクタの小型化、軽量化、および低コスト化が可能になる。

図2において、本発明による屈折型マイクロレンズアレイの作製方法の一例が、模式的な断面図で図解されている。このような屈折型マイクロレンズアレイは、図1中の第1マイクロレンズアレイ52または第2マイクロレンズアレイ54として用いることができる。

図2Aにおいて、DLC膜21上にマスク層22が形成されている。マスク層22としては、エネルギービーム23の透過を制限し得る機能を有する種々の材料を用いることができるが、金が好ましく用いられ得る。このマスク層22はアレイ状に配列された微小な凹部22aを有している。それらの凹部22aの各々は、概略球面の一部または概略円柱面の一部からなる底面を有している。それらの凹部22aのアレイを含むマスク層22を介して、エネルギービーム23がDLC膜21に照射される。

図2Bにおいて、エネルギービーム23の照射後にマスク層22を除去することによって、DLC膜21中に形成されたマイクロレンズアレイ21aが得られる。すなわち、エネルギービーム23の照射によって、マスク層22の凹部22aのアレイに対応して、DLC膜21内において高屈折率領域21aのアレイが形成されている。このとき、マスク層22の凹部22aは球面状または円柱面状の底面を有しているため、凹部21aの中央から周縁に向かうにしたがってマスク層の厚さが増大している。すなわち、エネルギービーム23は、凹部22aの周縁

部に比べて中央部において透過しやすいことになる。したがって、高屈折率領域 2 1 a の深さは、その中央部において深くて周縁部において浅い球面状凸レンズまたは円柱面状凸レンズの形状を有している。その結果、それらの高屈折率領域 2 1 a の各々が、そのまま一つのマイクロレンズとして作用し得る。

- 5 なお、図 2 に示されているようなエネルギービーム 2 3 によってマイクロレンズアレイを作製する場合、概略球面状または概略円柱面状の凹部 2 2 a の深さを調節することによって、マイクロレンズ 2 1 a の厚さを調節することができ、すなわちその焦点距離を調節することができる。また、凹部 2 2 a の深さを変化させなくても、照射するエネルギービーム 2 3 の透過能を変化させることによってマイクロレンズ 2 1 a の焦点距離を調節することができる。たとえば、エネルギービーム 2 3 として H e イオンビームを用いる場合、そのイオンの加速エネルギーを高めて透過能を高めることによって、マイクロレンズ 2 1 a の焦点距離を短くすることができる。また、D L C 膜に対するエネルギービーム 2 3 のドーズ量が高いほど屈折率変化 Δn が大きくなるので、そのドーズ量を調節することによってもマイクロレンズ 2 1 a の焦点距離を調節することも可能である。
- 10
- 15

図 2 A に示されているような概略球面状または概略円柱面状の底面を有する凹部 2 2 a を含むマスク層 2 2 は、種々の方法によって作製することができる。たとえば、D L C 膜 2 1 上に均一な厚さのマスク層 2 2 を形成し、その上にアレイ状に配列された微小な穴または平行に配列された線状の開口を有するレジスト層を形成する。そして、そのレジスト層の微小な穴または線状の開口から等方的エッチングを行うことによって、その微小な穴の下のマスク層 2 2 内に概略半球状または概略半円柱状の凹部 2 2 a を形成することができる。

20

図 2 A に示されているような概略球面状または概略円柱面状の底面を有する凹部 2 2 a を含むマスク層 2 2 は、図 3 の模式的な断面図に図解されているような方法で作製され得る刻印型を用いて簡便に作製することもできる。

25

図 3 A において、例えばシリカの基板 3 1 上にレジストパターン 3 2 が形成される。このレジストパターン 3 2 は、基板 3 1 上でアレイ状に配列された複数の微小な円形領域上または平行に配列された複数の細い帯状領域上に形成されている。

図 3 Bにおいて、レジストパターン 3 2 が加熱溶融させられ、各微小円形領域上または細い帯状領域上で溶融したレジスト 3 2 a は、その表面張力によって概略球面状または概略円柱面状の凸レンズ形状になる。

図 3 Cにおいて、概略凸レンズ状のレジスト 3 2 b とともにシリカ基板 3 1 a
5 を R I E すれば、レジスト 3 2 b の径または幅が R I E で縮小しながらシリカ基板 3 1 a がエッチングされる。

その結果、図 3 D に示されているように、概略球面状または概略円柱面状の凸部 3 1 b が配列されたシリカの刻印型 3 1 c が最終的に得られる。なお、凸部 3 1 b の高さは、図 3 C におけるレジスト 3 2 b のエッチング速度とシリカ基板 3
10 1 a のエッチング速度との比率を調節することによって調節することができる。

こうして得られた刻印型 3 1 c は、図 2 A に示されているような凹部 2 2 a を含むマスク層 2 2 の作製に好ましく用いられ得る。すなわち、例えばマスク層 2 2 が金属材料で形成されている場合、金は展延性に富んでいるので、その金マスク層 2 2 に刻印型 3 1 c で刻印することによって、簡便に凹部 2 2 a を形成することが
15 できる。また、刻印型 3 1 c は一度作製すれば繰り返し使用可能であるので、エッチングによってマスク層 2 2 中の凹部 2 2 a を形成する場合に比べて遥かに簡便かつ低コストで凹部 2 2 a を形成することを可能にする。

なお、本発明におけるように D L C 膜を用いた屈折型マイクロレンズアレイは、従来のガラス基板を用いる場合に比べて、エネルギービーム照射によって高
20 屈折率のレンズを形成することができるので、ガラス基板に比べて遥かに薄い D L C 膜中に屈折型マイクロレンズアレイを形成することができる。しかし、D L C 膜を用いた屈折型マイクロレンズであっても、次に述べる回折型マイクロレンズに比べれば厚い D L C 膜を要し、 $10\ \mu\text{m}$ から $20\ \mu\text{m}$ 程度以上の厚さを要する(回折効果を利用したマイクロレンズの例としては、「マイクロレンズ(アレイ)の超精密加工と量産化技術」、技術情報協会出版、2003 年、第 71-8
25 1 頁参照)。

図 4 A の模式的な平面図と図 4 B の模式的な断面図において、本発明の他の実施形態による回折型マイクロレンズが図解されている。特に、屈折率変調型の回折型マイクロレンズは屈折型マイクロレンズに比べて顕著に薄く作製することが

可能であり、 $1 \sim 2 \mu\text{m}$ 程度の厚さのDLC薄膜中に回折型マイクロレンズを作製することができる。すなわち、この屈折率変調型の回折型マイクロレンズ40も、DLC膜41を用いて作製されており、同心円状の複数の帯状リング領域 R_{mn} を含んでいる。ここで、符号 R_{mn} は、第 m 番目のリングゾーン中の第 n 番目の帯状リング領域を表すとともに、同心円の中心からその帯状リング領域の外周までの半径をも表すものとする。それらの帯状リング領域 R_{mn} は、同心円の中心から遠いものほど、減少させられた幅を有している。

互いに隣接する帯状リング領域 R_{mn} は、互いに異なる屈折率を有している。図4の回折型マイクロレンズは、それが2レベルの屈折率変調を含む回折型レンズである場合には、 $n = 2$ 番目までの帯状リング領域を含むリングゾーンを $m = 3$ 番目まで含んでいることになる。そして、同じリングゾーン中では、外側に比べて内側の帯状リング領域の方が高い屈折率を有している。

このことから類推されるであろうように、4レベルの屈折率変調を含む回折型レンズでは、一つのリングゾーンが $n = 4$ 番目までの帯状リング領域を含み、この場合にも同じリングゾーン中では同心円の中心に近い帯状リング領域ほど高い屈折率を有している。すなわち、一つのリングゾーン中で内周側から外周側に向かって4段階の屈折率変化が形成されている。そして、そのような4段階の屈折率変化の周期がリングゾーンごとに m 回繰り返されることになる。

なお、帯状リング領域 R_{mn} の外周半径は、スカラー近似を含む回折理論から次式(1)にしたがって設定することができる。この式(1)において、 L はレンズの回折レベルを表し、 λ は光の波長を表し、そして f はレンズの焦点距離を表している。また、最大の屈折率変化量 Δn は、最大の位相変調振幅 $\Delta \phi = 2\pi(L-1)/L$ を生じさせ得るものでなければならない。

数 1

$$R_{mn} = \sqrt{\frac{2mnf\lambda}{L} + \left(\frac{mn\lambda}{L}\right)^2} \quad (1)$$

図5の模式的な断面図において、図4に示されているような2レベルの回折型マイクロレンズの作製方法の一例が図解されている。

図5Aにおいて、DLC膜41上に、例えばNiの導電層42が周知のEB（電子ビーム）蒸着法によって形成される。このNi導電層42上には図4中の
5 $n=1$ に対応する帯状リング領域 R_{m1} （ $m=1\sim3$ ）を覆うようにレジストパターン43が形成される。そのレジストパターン43の開口部に、電気めっきによって金マスク44が形成される。

図5Bにおいて、レジストパターン43が除去されて、金マスク44が残される。そして、その金マスク44の開口部を通して、エネルギービーム45がDLC
10 膜41に照射される。その結果、エネルギービーム45に照射された帯状リング領域（41a） R_{m1} の屈折率が高められ、エネルギービーム45がマスクされた帯状リング領域（41b） R_{m2} は当初のDLC膜の屈折率を維持している。すなわち、図4に示されているような2レベルの回折型マイクロレンズが得られる。

なお、図5の例ではDLC膜ごとにその上にマスク層が形成されるが、別個に
15 作製された独立のマスクを用いてDLC膜にエネルギービーム照射してもよいことは言うまでもない。また、順次パターンが調整されたマスクを用いてDLC膜にエネルギービーム照射を繰り返すことによって、多レベルの回折型マイクロレンズが形成され得ることが理解されよう。

さらに、図3Dに示されているような刻印型の変わりに、多段階に厚さが変化
20 さられた同心円状の帯状リング領域を含む刻印型を用いてDLC膜上の金マスク層に刻印し、その刻印された金マスク層を介してエネルギービーム照射することによって、一回のエネルギービーム照射で多レベルの回折型マイクロレンズを作製することも可能である。

さらにまた、回折型マイクロレンズに関する上述の実施形態では屈折型レンズ
25 の球面状凸レンズに対応する回折型マイクロレンズが説明されたが、本発明は屈折型レンズの柱面状凸レンズに対応する回折型マイクロレンズにも同様に適用し得ることが理解されよう。その場合には、屈折率変調された同心円状の複数の帯状リング領域の代わりに、屈折率変調された互いに平行な複数の帯状領域を形成すればよい。この場合、例えば図4Bの断面図において、屈折率変調された互い

に平行な複数の帯状領域は、その図の紙面に対して垂直に伸びていることになる。また、その場合において、図 5 B 中の金マスク 4 4 もその図の紙面に対して垂直に伸びていればよい。

さらに、本発明においては、図 1 中の偏光ビームスプリッタ 5 1 が、D L C 膜
5 を利用して作製され得る。すなわち、この偏光ビームスプリッタ 5 1 は、D L C 膜に形成された屈折率変調型回折格子を含んでいる。なお、回折格子によって偏光分離し得ることは、例えば Applied Optics, Vol.41, 2002, pp.3558-3566 において説明されている。

図 6 は、屈折率変調型回折格子を含む D L C 膜からなる偏光ビームスプリッタ
10 5 1 A を模式的な断面図で表している。すなわち、この D L C 膜 5 1 A は、相対的に低屈折率の領域 5 1 a と相対的に高屈折率の領域 5 1 b とを含んでいる。低屈折率領域 5 1 a はエネルギービーム照射されなかった領域であり、例えば 1.5 の屈折率を有している。他方、高屈折率領域 5 1 b は例えば 620 (mA/mm²) のシンクロトロン条件で S R (シンクロトロン放射) 光照射され
15 て、その屈折率が例えば 1.90 に高められている。また、高屈折率領域 5 1 b と低屈折率領域 5 1 a との界面は、D L C 膜の表面に対して例えば 40 度だけ傾斜させられている。

このような偏光ビームスプリッタ 5 1 A は、以下のように作製することができる。例えば、D L C 膜上に、幅 0.5 μ m の金ストライプが周期 1 μ m で繰り返
20 し配列されたライン・アンド・スペースのパターンを有する金マスクが形成される。その後、D L C 膜の表面に対して 40 度の傾斜角でかつ金ストライプの長さ方向に直交するの方向に S R 光照射すればよい。

図 6 に示されているような D L C 膜の偏光ビームスプリッタ 5 1 に S 偏光と P 偏光を含む光が入射すれば、S 偏光は 0 次回折光として透過し (T E 波に相当)、P 偏光は 1 次回折光として回折される (T M 波に相当)。すなわち、P 偏
25 光と S 偏光が、互いに分離されることになる。

さらに、本発明においては、図 1 中の 1/2 波長板 5 3 も、D L C 膜を利用して作製され得る。すなわち、図 6 に示されている屈折率変調型回折格子に類似の回折格子を含む D L C 膜によって、1/2 波長板の作用を生じさせることができ

る。そのような1/2波長板53は、以下のように作製することができる。例えば、DLC膜上に、幅0.5 μ mの金ストライプが周期1 μ mで繰り返し配列されたライン・アンド・スペースのパターンを有する金マスクが形成される。その後、DLC膜の表面に対して垂直な方向にSR光照射すればよい。こうして得られる屈折率変調型回折格子を含むDLC膜の1/2波長板53に対して、例えばP偏光を通過させれば、その直線偏光面が90度回転されてS偏光に変換される。もちろん、そのような1/2波長板によって、S偏光をP偏光に変換することも可能である。

なお、図7においては透過型の液晶プロジェクタが示されているが、本発明による偏光インテグレータは反射型の液晶プロジェクタ（前述文献「大画面ディスプレイ」参照）にもそのまま適用し得ることは言うまでもない。

以上のように、本発明によれば、偏光インテグレータに含まれる偏光ビームスプリッタ、第1マイクロレンズ、1/2波長板、および第2マイクロレンズの少なくとも一つがDLC膜を利用して形成され、軽量化されかつ小型化された偏光インテグレータを簡便にかつ低コストで提供することが可能となる。

産業上の利用可能性

本発明による偏光ビームスプリッタは、軽量化かつ小型化が可能で、簡便かつ低コストで提供され得る。また、そのような偏光ビームスプリッタは、液晶プロジェクタの軽量化と小型化と低コスト化を可能にする。

請求の範囲

1. 光源からの光をP偏光とS偏光とに分離するための偏光ビームスプリッタと、第1のマイクロレンズと、1/2波長板と、第2のマイクロレンズとを含み、

前記第1マイクロレンズは前記偏光ビームスプリッタによって分離されたP偏光とS偏光を互いに異なる位置に集光するように配置されており、

前記1/2波長板は前記P偏光または前記S偏光が集光される位置に配置されていてP偏光またはS偏光をS偏光またはP偏光に変換するように作用し、

10 前記第2マイクロレンズは前記1/2波長板を通過して偏光変換された後のS偏光またはP偏光と前記1/2波長板を通過しなかったS偏光またはP偏光とを統合するように作用し、

前記偏光ビームスプリッタ、前記第1マイクロレンズ、前記1/2波長板、および前記第2マイクロレンズの少なくとも一つがDLC膜を利用して形成されていることを特徴とする偏光インテグレータ。

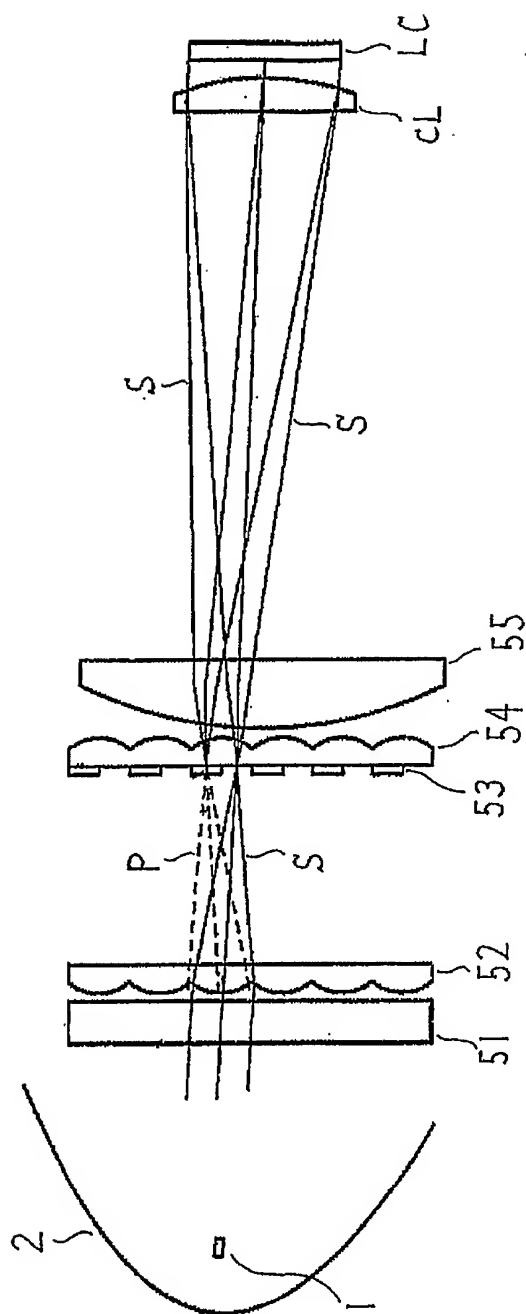
2. 前記偏光ビームスプリッタと前記1/2波長板の少なくとも一方はDLC膜中に形成された屈折率変調型回折格子で形成されていることを特徴とする請求項1に記載の偏光インテグレータ。

3. 前記第1マイクロレンズと前記第2マイクロレンズの少なくとも一方は、DLC膜中に形成された屈折型レンズと屈折率変調型の回折型レンズとのいずれかであることを特徴とする請求項1または2に記載の偏光インテグレータ。

4. 前記偏光ビームスプリッタ、前記第1マイクロレンズ、前記1/2波長板、および前記第2マイクロレンズの組の複数が、前記光源からの光束の断面内で周期的に配列されていることを特徴とする請求項1から3のいずれかに記載の偏光インテグレータ。

5. 請求項1から4のいずれかに記載された偏光インテグレータを含むことを特徴とする液晶プロジェクタ。

FIG. 1



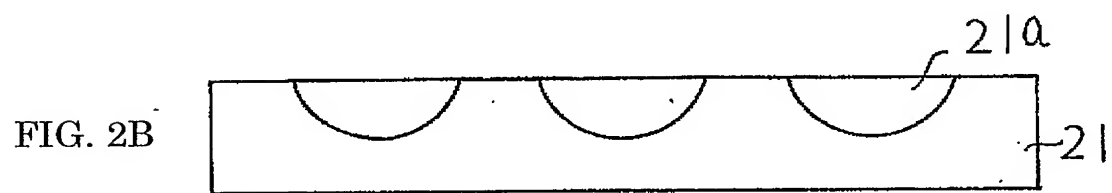
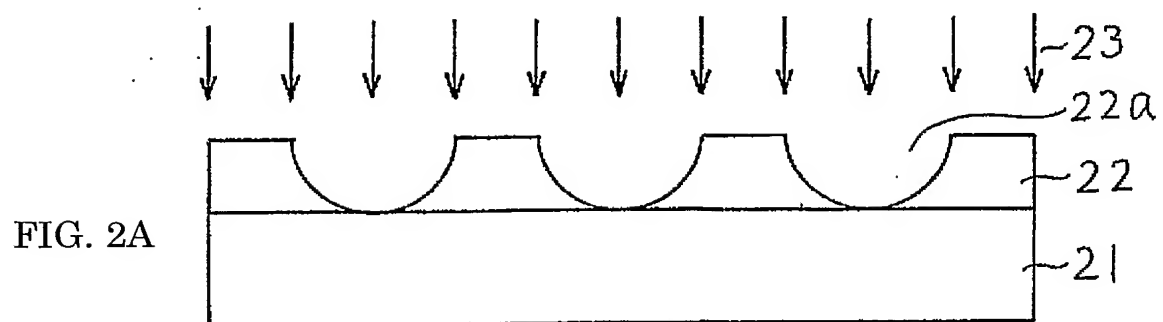


FIG. 3A

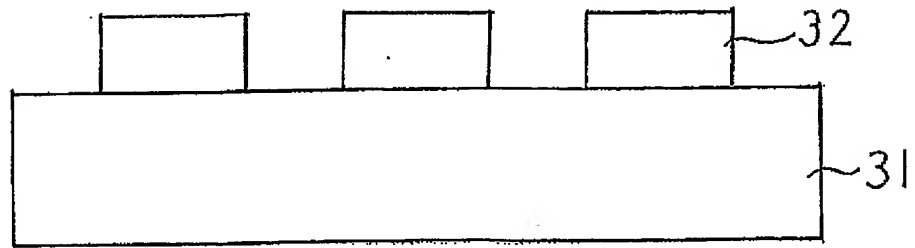


FIG. 3B

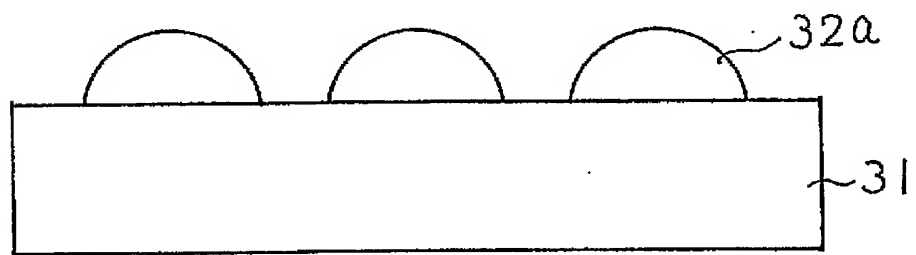


FIG. 3C

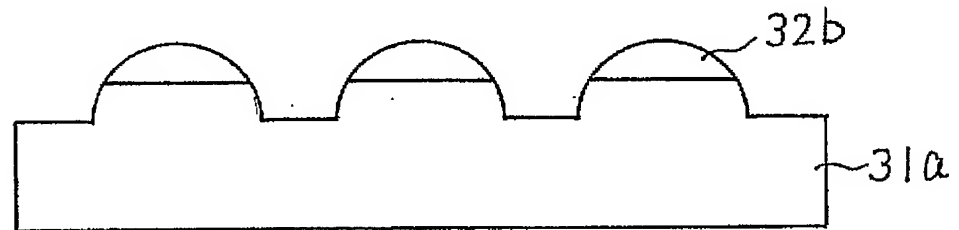


FIG. 3D

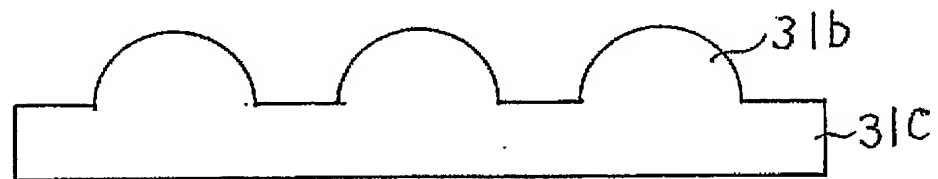


FIG. 4B

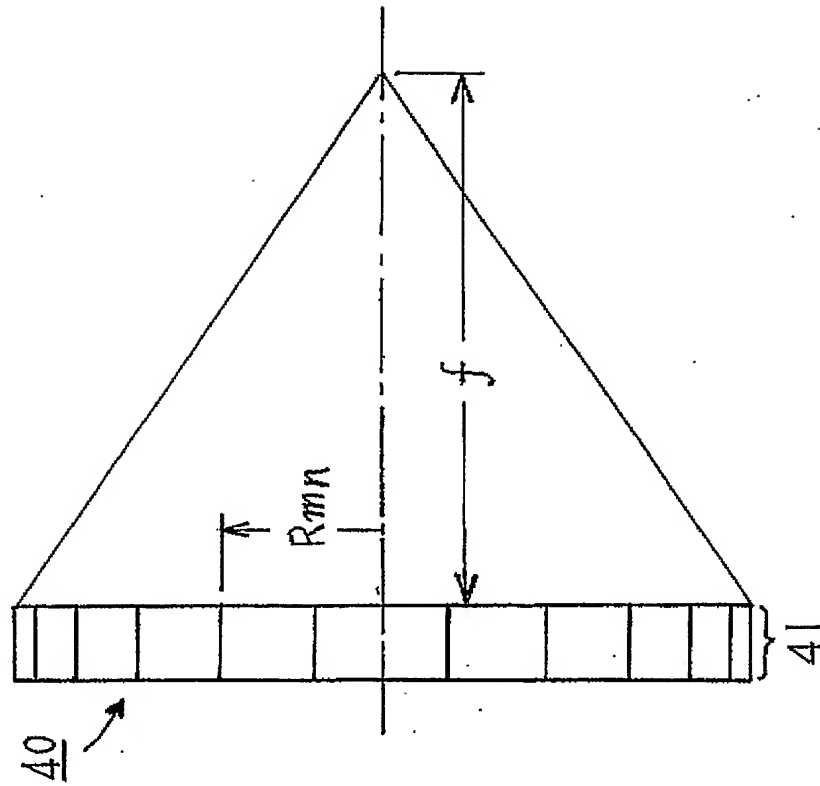


FIG. 4A

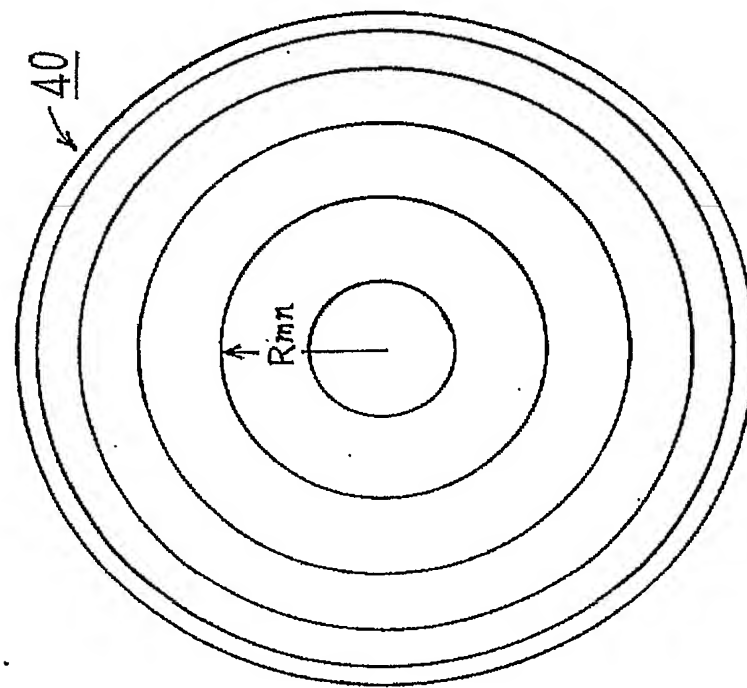


FIG. 5A

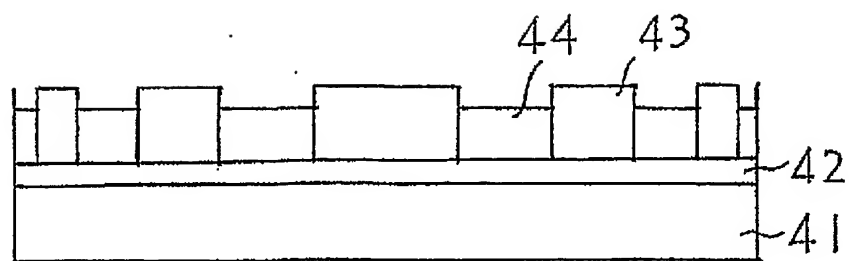


FIG. 5B

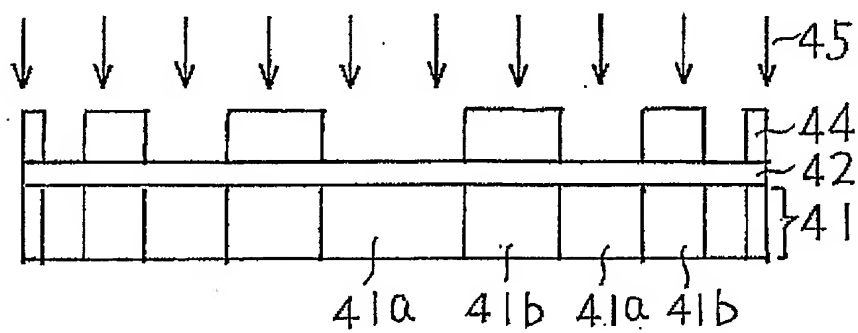
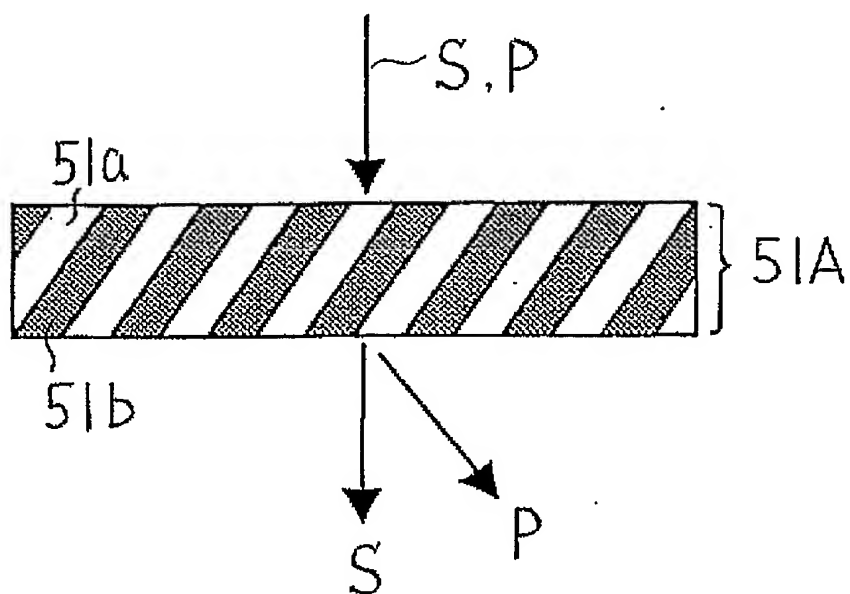


FIG. 6



6/6

FIG. 7

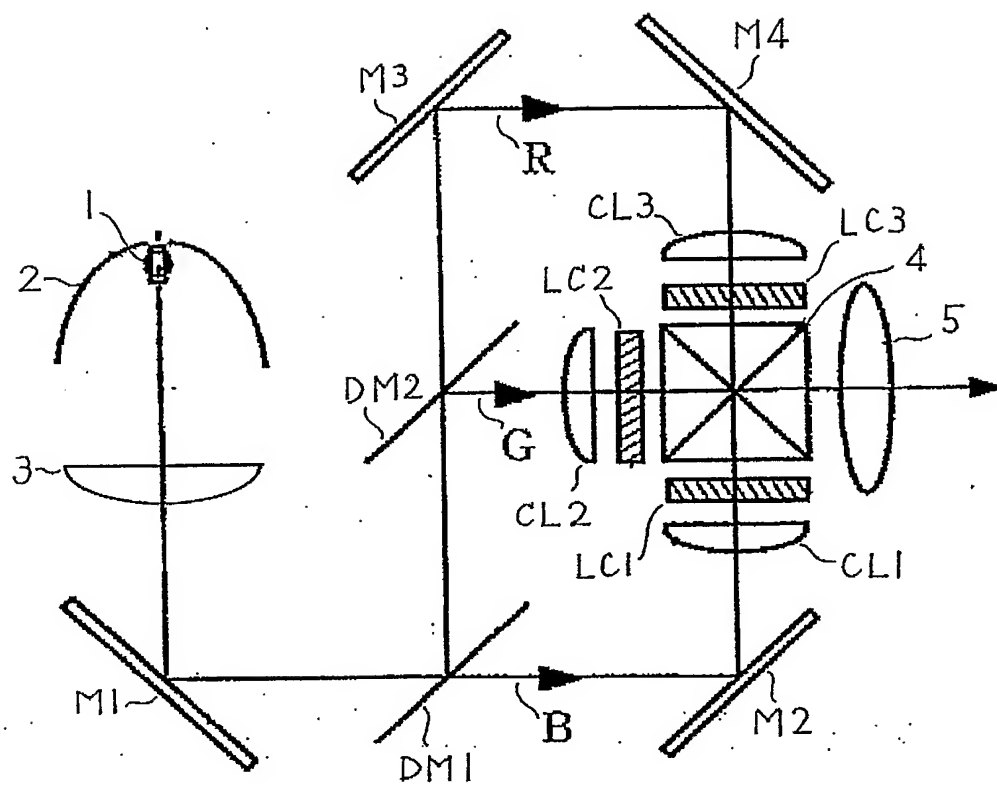
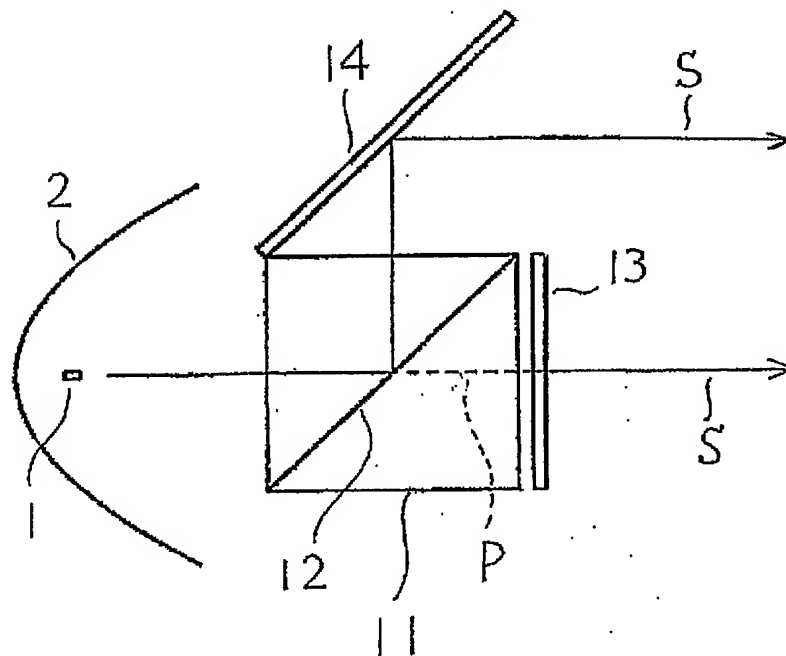


FIG. 8



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/000426

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl.⁷ G03B21/14, G02B5/30, 27/28, G02F1/13

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl.⁷ G03B21/14, G02B5/30, 27/28, G02F1/13

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2005

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2005 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2005

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2002-372626 A (Minolta Co., Ltd.), 26 December, 2002 (26.12.02), Fig. 7 (Family: none)	1-5
Y	JP 2003-248193 A (Sumitomo Electric Industries, Ltd.), 05 September, 2003 (05.09.03), Par. Nos. [0072] to [0086] & US 2003/117706 A1 & EP 1326127 A3 & CA 2411904 A	1-5
Y	JP 2003-90916 A (Seiko Epson Corp.), 28 March, 2003 (28.03.03), Fig. 1; Par. No. [0009] (Family: none)	1, 2, 4, 5

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

05 April, 2005 (05.04.05)

Date of mailing of the international search report

26 April, 2005 (26.04.05)

Name and mailing address of the ISA/

Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/000426

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 6-297595 A (Nitto Denko Corp.) , 25 October, 1994 (25.10.94) , Fig. 2; Par. No. [0014] (Family: none)	1, 2, 4, 5

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl.⁷ G03B21/14, G02B5/30, 27/28, G02F1/13

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl.⁷ G03B21/14, G02B5/30, 27/28, G02F1/13

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2005年
日本国実用新案登録公報	1996-2005年
日本国登録実用新案公報	1994-2005年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP 2002-372626 A (ミノルタ株式会社) 2002.12.26, 図7 (ファミリーなし)	1-5
Y	JP 2003-248193 A (住友電気工業株式会社) 2003.09.05, 【0072】-【0086】 & US 2003/117706 A1 & EP 1326127 A3 & CA 2411904 A	1-5
Y	JP 2003-90916 A (セイコーエプソン株式会社) 2003.03.28, 図1、【0009】 (ファミリーなし)	1, 2, 4, 5

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

05.04.2005

国際調査報告の発送日

26.04.2005

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

東 治企

2X

3314

電話番号 03-3581-1101 内線 3295

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP 6-297595 A (日東電工株式会社) 1994. 10. 25, 図 2、【0014】 (ファミリーなし)	1, 2, 4, 5